

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-001290

(43)Date of publication of application : 07.01.1987

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 60-138917

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.06.1985

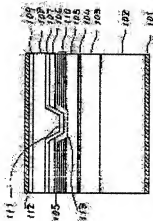
(72)Inventor : YAMAMOTO MOTOYUKI  
OBA YASUO  
MUTO YUHEI

## (54) HETERO-JUNCTION TYPE SEMICONDUCTOR LASER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the uniformity and reproducibility of laser characteristics by laminating two layers or more of compound semiconductors having different forbidden band width between a clad layer and a first coating layer and diffusing a P-type impurity up to the clad layer while penetrating layers in a striped section.

**CONSTITUTION:** The title semiconductor laser has an N-GaAs substrate 102, an N-Ga<sub>0.65</sub>Al<sub>0.35</sub>As clad layer 103, a Ga<sub>0.92</sub>Al<sub>0.08</sub>As active layer 104, a P-Ga<sub>0.65</sub>Al<sub>0.35</sub>As clad layer 105, an N-GaAs current stopping layer 106, a P-Ga<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>As first coating layer 107, a P-Ga<sub>0.65</sub>Al<sub>0.35</sub>As second coating layer 108, a P-GaAs contact layer 109, metallic current layers 101, 112, a layer 110 in which two layers of GaAs and Ga<sub>0.4</sub>Al<sub>0.6</sub>As having different forbidden band width are each grown repeatedly, a stripe 111, and a region 113, a composition of which is brought between GaAs and Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>As through the diffusion of a P-type impurity. When the P-Ga<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>As first coating layer 107, the P-Ga<sub>0.65</sub>Al<sub>0.35</sub>As second coating layer 108 and the P-GaAs coating layer are grown, Zn is diffused until it reaches the P-clad layer 105 of F when diethylzinc is used as a P-dopant.



③ 公開特許公報(A)

昭62-1290

④ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

7377-5F

⑤ 公開 昭和62年(1987)1月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑥ 発明の名称 ヘテロ接合型半導体レーザ

⑦ 特 願 昭60-138917

⑧ 出 願 昭60(1985)6月27日

⑨ 発 明 者	山 本 藩 幸	川崎市幸区小向東芝町1	株式会社東芝総合研究所内
⑩ 発 明 者	大 場 康 夫	川崎市幸区小向東芝町1	株式会社東芝総合研究所内
⑪ 発 明 者	武 藤 雄 平	川崎市幸区小向東芝町1	株式会社東芝総合研究所内
⑫ 出 願 人	株 式 会 社 東 芝	川崎市幸区堀川町72番地	
⑬ 代 理 人	弁理士 則近 憲佑	外1名	

明 細 書

1. 発明の名称

ヘテロ接合型半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

活性層に対し、基板と反対側のクラッド層上に該クラッド層とは電導型の異なる異種層をストライプ状部分を除いて形成し、且つこの上に上記クラッド層と同じ導電型の被覆層を形成して電流集効果及び作り付け導波路効果を持たせたヘテロ接合型半導体レーザ装置において、上記クラッド層内の被覆層界面近傍に禁制帯幅が異なる化合物半導体を少なくとも各1層以上積層し、上記ストライプ部分にP形不純物を該層を貫通して上記クラッド層まで拡散して上記クラッド層の禁制帯幅と同等になるようにし、且つ前記被覆層は前記クラッド層よりも屈折率が高い層であることを特徴とするヘテロ接合型半導体レーザ。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、作り付け導波路構造を備えたヘテロ接合型半導体レーザ装置の改良に関する。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

デジタル・オーディオ・ディスク(DAD)、ビデオ・ディスク、ドキュメント・ファイル等の光ディスク装置や光通信用光源として半導体レーザの応用が開けるにつれ、半導体レーザの量産化技術が必要となってきた。従来、半導体レーザ用の薄膜多層ヘテロ接合結晶製作技術としては、スライディング・ボート方式による液相エピタキシャル成長法(LPE法)が用いられてきたが、LPE法ではウエハ面積の大型化に限度がある。このため、大面積で均一性及び制御性に優れた有機金属気相成長法(MOCVD法)や分子線エピタキシャル法(MBE法)等の結晶成長技術が近年特に注目されるようになってきた。

MOCVD法の特徴を生かした作り付け導波路レーザと云えるものに、1980年に発行されたアブライド・フィジックス・レター誌、第37巻3号262頁の第3図に示す知半導体レーザがある。なお図中302はN-GaAs基板、303はN-GaAlAsクラッド層、304はGaAlAs活性層、

305はP-GaAsクラッド層、306はN-GaAs電流阻止層、308はP-GaAs被覆層、309はP-GaAsコンタクト層、301, 312は金属電極を示している。この構造においては異種導電型の電流阻止層306により活性層への電流注入がストライプ状に限定されると同時に、活性層に導波された光が電流阻止層306及び被覆層までしみ出し、その結果ストライプ直下とされ以外の部分とで異った複屈折率差を生じ、これによりストライプ直下部分に導波されたモードが形成されることになる。すなわち、電流阻止層306によって電流狭断による利得導波路構造と作り付け屈折率導波路構造とが自己整合的に形成されている。この構造のレーザは著者等の報告によれば、室温パルス動作では50 (mA) 程度とかなり低いしきい値で発振し、又単一モード発振が達成されモードが十分良く制御されることが示されている。

なお、上記構造のレーザは基板302から電流阻止層306の1部をストライプ状にエッチングしたのち被覆層307及びコンタクト層309を

形成する第2回目の結晶成長とかなる2段階の結晶成長プロセスにより作成される。ここで、第2回目の結晶成長の開始時点におけるクラッド層505への成長は一旦表面が空気中に晒されたGaAs面上への成長である。このため、従来のLPE法では成長が難しくGaAs面上への成長が容易なMOCVD法によって始めて制御性良く製作できるようになったものである。ところで、半導体レーザの発振しきい値は動作電流の減少、寿命特性の向上等の観点からも低いことが必要であり、しきい値の低さはレーザの構造、性能の良し悪しをはかる目安にもなっている。低しきい値を示すレーザ構造としては、作り付け導波構造である埋め込み型(BH)や横方向接合型(TJS)があり、これらは10~20 (mA) 以下のしきい値を示す。これらに比べて第3図の構造のレーザのしきい値は、前述した様に50 (mA) とBH, TJS型と比較して2倍以上高い。本発明者等の実験によっても、現構造のままではこれ以上の低しきい値化を計ることとはなはだ困難であることが確か

められた。この様なしきい値の違いは、第3図構造とBH, TJS型等との導波路効果の違いにあると考えられる。即ち、第3図構造は、活性層304に導波された光がクラッド層305を透過して電流阻止層306までしみ出し、吸収を受けることによって接合面に水平方向に等価の複素屈折率の虚数部分に差が形成されて光がガイドされる吸収損失ガイドである。一方、BH構造等の場合は複素屈折率の実数部分の差によって光がガイドされる屈折率ガイドである。つまり第3図の構造では、吸収損失の分だけ閾値が上昇してしまうと考えられる。損失ガイド構造の以上のような欠点に鑑みると、低しきい値化を実現するためにはこうした損失のペナルティを払う必要のない屈折率導波路レーザに改良することが考えられる。この考え方をもとに考察された半導体レーザが第4図に示すようなものである。すなわち電流阻止層405は電流阻止効果を得るために幾許もの、この層よりも屈折率の小さいクラッド層406を充分厚くすることによって屈折率が高く、且つレーザ光

を吸収する電子阻子層406にまで光がしみ出すのを防ぐ替わりに、ストライプ状溝部分にはクラッド層405よりもわずかに屈折率が高く、かつレーザ光を吸収しない被覆層407を設けたものである。この構造では、活性層404に導波された光は、ストライプ直下部分では屈折率の大きい被覆層407を感じる一方、ストライプの両側では屈折率の小さい層を感じ、結果としてストライプの内側、外側では実効屈折率の実数部分に差が生じ、屈折率導波効果によって光がガイドされることにより十分低しきい値化することができた。

ところが、第4図に示すレーザは再現性、量産性の点に欠点を有していた。即ち、この構造のレーザでは前述したように活性層404に導波された光が被覆層407を感じるように両層の厚みを厳密に調整しなければならぬ。MOCVD装置による結晶成長の膜厚制御は0.001  $\mu\text{m}$  以下に出来る。しかしながら多層構造を成長後、ストライプ部分を例えば8 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> エッチング液を用いて蝕刻する時、エッチング液の組成、濃度、及び

エッチング液の回転速度によって蝕刻速度が異なる。又被エッチング層の表面状態(酸化膜の厚み)によっても異なる、クラッド層の厚みを制御することが大変困難であった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は実効屈折率差による作り付け導波路構造を有するヘテロ接合型半導体レーザの均一性、再現性向上を計ることを目的としたものである。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、活性層に対し基板を反対側のクラッド層上に該クラッド層とは導電型の異なる層がストライプ状部分を除いて形成され、且つこの上に上記クラッド層と同じ導電型の被覆層が形成され、電流供給効果及び作り付け導波路効果を有するヘテロ接合型半導体レーザ装置で、前記被覆層は少なくとも2層に形成され、活性層に近い方の第1の被覆層は前記クラッド層よりも屈折率が大きい層であり、活性層に近い方の第2の被覆層は第1の被覆層よりも屈折率が小さくなっているレーザ

において、上記クラッド層と第1の被覆層の間に禁制帯幅が異なる化合物半導体を少なくとも2層以上積層し、上記ストライプ部分にP形不純物を該層を貫通して上記クラッド層まで拡散して上記クラッド層の禁制帯幅と同等になるようにされたもので、レーザ特性の均一性、再現性向上を計った構造のレーザである。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、上記クラッド層内に禁制帯幅が異なる化合物半導体を少なくとも2層以上積層することによって、実効屈折率を一定にすることによって低しきい値電流のレーザを均一良く且つ再現性良く作成することができた。

#### 〔発明の実施例〕

第1図は本発明の一実施例に係わる半導体レーザの概略構造を示す断面図である。図中102はN-GaAs基板、103はN-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層、104はGa<sub>0.92</sub>Al<sub>0.08</sub>As活性層、105はP-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層、106はN-GaAs電流阻止層、107はP-Ga<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>As第1被覆層、

108はP-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>As第2被覆層、109はP-GaAsコンタクト層、110は金属電極層、それぞれ示している。110は禁制帯が異なるGaAs、Ga<sub>0.4</sub>Al<sub>0.6</sub>Asを各々2層繰り返し成長した層、111は、ストライプ、113はP型不純物を拡散してGaAsとGa<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>Asの中間の組成とした領域である。上記構造のレーザは第2図(a)~(b)に示す工程によって実現される。まず、第2図(a)に示す如く面方位(100)のN-GaAs基板202(Siドーパ $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ )上に厚さ1.5( $\mu\text{m}$ )のN-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層203(Seドーパ $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ )、厚さ0.08( $\mu\text{m}$ )のアンドープGa<sub>0.92</sub>Al<sub>0.08</sub>As活性層204、厚さ0.3( $\mu\text{m}$ )のP-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層205(Mgドーパ $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ )、厚さ0.01( $\mu\text{m}$ )のアンドープGaAsと同じ厚みのアンドープGa<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>Asを各2層繰り返し成長した層、厚さ0.5( $\mu\text{m}$ )のP-Ga<sub>0.95</sub>Al<sub>0.05</sub>Asクラッド層205(Mgドーパ $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ )及び厚さ1( $\mu\text{m}$ )のN-GaAs電流阻止層(異層層)206(Seドーパ $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ )を

順次成長した。この第1回目の結晶成長にはMOCVD法を用い成長条件は基板温度750(°C)、V/III=20、キャリアガス(H<sub>2</sub>)の流量 $\sim 10$  [L/min]、原料はトリメチルガリウム(TMG:(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Ga)、トリメチルアルミニウム(TMA:(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Al)、アルシン(AsH<sub>3</sub>)、P-ドーパント:ビスシクロペンタジエニルマグネシウム((C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Mg)、N-ドーパント:セレン化水素(H<sub>2</sub>Se)で成長速度は0.25( $\mu\text{m}/\text{min}$ )であった。この時MgをP-ドーパントとして用いたのは拡散係数が例えばZnと比べて小さいことにより(Mgの拡散係数例 $G=1.3 \times 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 900°C、Znは $C=1 \times 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{sec}$ 900°C)Mgが活性層204及びGaAs/Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>As210層へ異常拡散しない。

次に第2図(b)に示す如く電流阻止層206上にフォトリソスト214を塗布し、該リソスト214に幅3( $\mu\text{m}$ )のストライプ状態を形成し、これをマスクとして電流阻止層205を選択エッチングし、さらにクラッド層205を選択エッチングしてストライプ状の溝209を形成した。この時

GaAsの選択エッチャントはアンモニアと過酸化水素と水の混合したものであるこのエッチャントは液のPHを調整することによってGaAsとGa<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>Asの選択比が～50倍程度に出来る。又P-クラッド層のエッチャントはHFと水の混合液を用いた。この液はGa<sub>0.45</sub>Al<sub>0.55</sub>(X=0.35)のエッチング量はGaAsに比べて～100倍以上である。このようにエッチャントを変えんことにより活性領域204までの厚みをP-クラッド層205の厚み0.3[μm]とGaAs/Ga<sub>0.45</sub>Al<sub>0.55</sub>4層の厚み0.04[μm]の合計は0.34[μm]と成長厚まで精密に制御出来た。次いでレジスト214を除去し、表面洗浄処理を施したのち、第2回目の結晶成長をMOCVD法で成長温度800℃で行った。すなわち第1図に示す如く全面に厚さ0.3[μm]P-Ga<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>As第1被覆層107、1.0μm厚のP-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>As第2被覆層108、及び0.5μm厚のP-GaAs被覆層を成長したこの時、P-ドープメントとしてジエチル亜鉛(DEZ(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Zn)を用いた。たれぞれ

の不純物濃度を $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ,  $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ,  $5 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ とした。この時Znは拡散係数が高いのでストライプ部分を通してZnがP-クラッド層103に到達するまで拡散される。その拡散された部分のGaAsとGa<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>Asの組成はその中間の組成となり(参考文献1)Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>Asとなり、ストライプ部分のみが上の第1被覆層まで光がしみ出し、実効屈折率差を持つ屈折率導波効果によって光がガイドされる。これ以後は通常の電極付け工程によりコンタクト層109の上にCr-Au電極層112を基板102の下面にAu-Ge電極101を被着して前記第1図に示す構造を得た。かくして得られた試料をへき開により共振器、長さ250[μm]のファブリペロー型レーザに切り出した素子の特性は、しきい値電流35(mA)と低く片面散分子効率も45[%]と良好であった。又出力30[mW]以上までキングのない線形性の良い電流-光出力特性が得られた。又レーザ端面より放射されたレーザ光ビームの接合面に水平方向、垂直方向のビ

ームウエストは端面に一致しており、屈折率ガイドが充分におこなわれていることが確認できた。〔發明の他の実施例〕

本発明は上述した各実施例に限定されるものではない。例えば、クラッドGa<sub>0.45</sub>Al<sub>0.55</sub>の組成、活性層の組成、GaAs/Ga<sub>0.45</sub>Al<sub>0.55</sub>の組成及び各厚みは種々の組合わせがあり適宜されるレーザ特性に合わせて設計すれば良い。さらに材料としてはInGaAsPやAlGaInP等の他の化合物半導体材料を用いてもよい。又成長法としてはMOCVD法にかわりMBE法でも良い。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

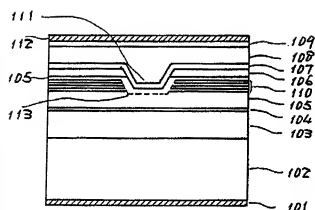
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係わる半導体レーザの概略構造を示す断面図、第2図は上記実施例レーザの製造工程を示す断面図、第3図は従来のストライプ状の実効屈折率差を大きくした半導体レーザの概略構造を示す断面図、第4図は第3図を改良した半導体レーザの概略構造を示す断面図

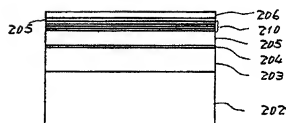
である。

- 101, 301, 401...AuGe電極,
- 102, 202, 302, 402...n-GaAs基板,
- 103, 203, 303, 403...n-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>Asクラッド層,
- 104, 204, 304, 404...Ga<sub>0.92</sub>Al<sub>0.08</sub>As活性層,
- 105, 205, 305, 405...P-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>Asクラッド層,
- 106, 206, 306, 406...n-GaAs電流阻止層,
- 107, 307, 407...P-Ga<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>As第1被覆層,
- 108, 308, 408...P-Ga<sub>0.55</sub>Al<sub>0.35</sub>As第2被覆層,
- 109, 309, 409...P-GaAsコンタクト層,
- 110, 210, .....GaAs/Ga<sub>0.3</sub>Al<sub>0.7</sub>As層,
- 111, 211, 311, 411...ストライプ状層,
- 112, 312, 412...CrAu電極,
- 113, .....Zn拡散領域,
- 214, .....レジスト。

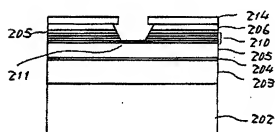
代理人 弁理士 則 近 藤 佑 (ほか1名)



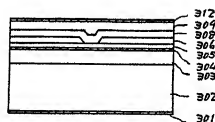
第 1 図



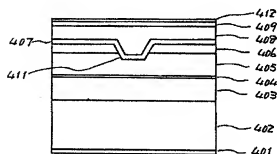
第 2 図 (a)



第 2 図 (b)



第 3 図



第 4 図